

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Sistem Produksi

2.1.1 Sistem Produksi

Sistem Produksi adalah satu rangkaian operasi yang mengolah atau memproses input berupa bahan mentah (*raw material*), bahan setengah jadi (*intermediate product*), *part*, komponen dan rakitan (*subassembly*) untuk menghasilkan *output* bernilai tambah (*value added product*) atau produk akhir (*finished good*) dengan mempergunakan sumber daya (*resource*) dari elemen teknologi (mesin, peralatan, fasilitas produksi dan energi) dan elemen organisasi (tenaga kerja, manajemen, informasi dan modal). Sistem Produksi meliputi aktivitas perancangan (*design*), pengadaan (*procure*), pembuatan (*produce*), penyimpanan (*store*), pengiriman (*deliver*) dan pelayanan (*service*).

Industri adalah bidang usaha atau kegiatan yang menggunakan ketrampilan dan ketekunan kerja dengan/tanpa dibantu alat-alat kerja untuk menghasilkan output yang bernilai tambah. Industri menjadi mata rantai usaha dalam menghasilkan produk yang berfungsi untuk membantu manusia sebagai individu atau komunitas. *Output* dari industri atau produk bisa berwujud barang atau jasa.

Sistem Produksi mencakup semua industri mulai dari industri hulu ke industri hilir. Sistem produksi diterapkan di

industri barang maupun industri jasa. Dalam industri barang misalnya industri manufaktur, industri pertanian, industri pertambangan, industri kimia dan lainnya. Dalam industri jasa misalnya industri kesehatan, industri keuangan, industri transportasi, industri informasi dan lainnya.

2.1.2 Jenis -Jenis Kegiatan Proses Produksi Yang Ada Di Indonesia

1. Jenis Produksi Berjangka Pendek

Untuk jenis kegiatan kerja produksi yang ada di Indonesia pertama adalah berjenis produksi jangka pendek. Dimana untuk jenis ini sendiri memang kegiatan produksinya bisa dengan cepat menghasilkan sebuah barang secara instan untuk kemudian dinikmati konsumen. Produk-produk jenis produksi ini sendiri lebih mudah ditemukan di berbagai lini kehidupan dan sifatnya pun menjadi yang paling dasar. Contoh dari jenis produksi ini adalah proses pembuatan barang dagang seperti makanan cepat saji, roti bakar, cakwe dan lain sebagainya. Dimana konsumen bisa cepat mendapatkan barang dengan waktu singkat dan hitungan menit setiap produksinya. Untuk jenis ini sendiri pergerakan produksinya juga terhitung cepat dan menarik konsumen dari berbagai kalangan.

2. Produksi Untuk Jangka Panjang

Kemudian untuk jenis produksi selain jangka pendek ada jenis dari produksi jangka panjang. Dimana maksud dari produksi ini adalah waktu kegiatan atau produksi dari suatu barang atau

jasanya memakan waktu yang relatif lama. Contohnya seperti budidaya ikan nila, budidaya kopi, pembuatan bangunan atau gedung perusahaan dan lain sebagainya.

3. Jenis Produksi Terus Menerus atau Berkelanjutan

Adapun jenis lainnya dari sebuah produksi adalah jenis terus menerus atau berkelanjutan yang masa kerjanya memang membutuhkan waktu berkelanjutan. Dimana proses ini sendiri mengubah suatu bahan baku dengan menggabungkannya dengan barang atau memanfaatkan alat bantu lainnya. Contoh nyatanya ada pada produksi gula, produksi kertas, produksi karet, plastik dan lain sebagainya.

4. Produksi Berselingan

Selain produksi jangka pendek, panjang juga berkelanjutan maka ada juga yang namanya produksi berselingan. Dimana untuk jenis produksi ini sendiri metodenya adalah menggabungkan beberapa bahan baku jadi menjadi bentuk baru. Misalnya adalah produksi sepeda motor, alat elektronik, mobil dan lain sebagainya.

2.1.3 Pola Aliran Bahan

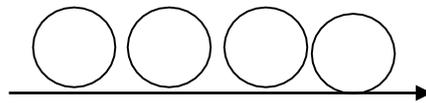
Pola aliran bahan pada umumnya akan dapat dibedakan dalam dua *type* yaitu pola aliran bahan untuk proses produksi dan pola aliran bahan yang diperlukan untuk proses perakitan, untuk jelasnya dibedakan menjadi 5, antara lain:

1. *Straight Line*

Pola aliran berdasarkan garis lurus dipakai bilamana proses

berlangsung singkat, *relative* sederhana dan umumnya terdiri dari beberapa komponen atau beberapa macam *production equipment*. Beberapa keuntungan memakai pola aliran berdasarkan garis lurus antara lain:

- a. Jarak terpendek antara 2 titik
- b. Proses berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin nomor satu sampai dengan nomor terakhir
- c. Jarak perpindahan bahan secara total kecil

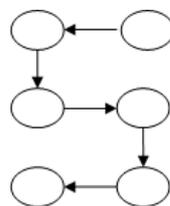


Gambar 2.1 Pola Aliran Bahan *Straight Line*

2. *Zig-Zag (S-Shape)*

Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik ditetapkan bilamana aliran proses produksi menjadi lebih panjang dibanding dengan luas area

yang ada. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada secara ekonomis, hal ini akan dapat mengatasi segala keterbatasan dari area serta

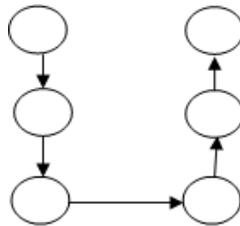


ukuran pabrik yang ada.

Gambar 2.2 Pola Aliran Bahan *Zig-Zag (S-Shape)*

3. *U-Shaped*

Pola aliran ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga akan mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya *material* dari dan menuju

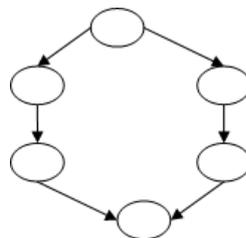


pabrik.

Gambar 2.3 Pola Aliran Bahan *U-Shape*

4. *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran ini sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi. Aliran ini juga sangat baik apabila *department* penerimaan dan pengiriman *material* atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.

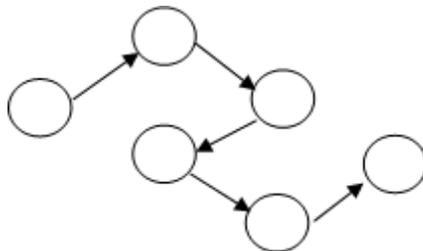


Gambar 2.4 Pola Aliran Bahan *Circular*

5. *Odd-Angle*

Pola aliran berdasarkan *odd-angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan pola aliran yang ada. Adapun beberapa keuntungan yang ada bila memakai pola antara lain:

- a. Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang pendek diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- b. Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- c. Bilamana ada keterbatasan ruangan yang menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak diterapkan.
- d. Bila dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas yang ada.
- e. *Odd-angle* ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama untuk area yang kecil. (Wignjosoebroto, 2009).



Gambar 2.5 Pola Aliran Bahan *Odd-Angle*

2.1.4 Pola Aliran Proses Produksi

Aliran proses produksi mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. *Flow Shop*

Flow Shop yaitu proses konversi dimana unit-unit *output* secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus, biasanya ditempatkan sepanjang suatu

lintasan produksi. Proses jenis ini biasanya digunakan untuk produk yang mempunyai desain dasar yang luas, diperlukan penyusunan bentuk proses produksi *flow shop* yang biasanya bersifat MTS (*Make to Stock*). Bentuk umum proses *flow shop* kontinu dan *flow shop* terputus. Pada *flow shop* kontinu, proses bekerja untuk memproduksi jenis *output* yang sama. Pada *flow shop* terputus, kerja proses secara periodik diinterupsi untuk melakukan *set up* bagi pembuatan produk dengan spesifikasi yang berbeda.

2. *Continuous*

Continuous proses ini merupakan bentuk sistem dari *flow shop* dimana terjadi aliran material yang konstan. Contoh dari proses *continuous* adalah industri penyulingan minyak, pemrosesan kimia, dan industri-industri lain dimana kita tidak dapat mengidentifikasi unit-unit *output* prosesnya secara tepat. Biasanya satu lintasan produksi pada proses kontinu hanya dialokasikan untuk satu jenis produk saja.

3. *Job shop*

Job shop yaitu merupakan bentuk proses konversi di mana unit-unit untuk pesanan yang berbeda akan mengikuti urutan yang berbeda pula dengan melalui pusat-pusat kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Volume produksi tiap jenis produk sedikit, variasi produksi banyak, lama produksi tiap produk agak panjang, dan tidak ada lintasan produksi khusus. *Job shop* ini bertujuan memenuhi kebutuhan khusus konsumen, jadi biasanya

bersifat MTO (*Make to Order*).

4. *Batch*

Batch yaitu merupakan bentuk satu langkah kedepan dibandingkan *job shop* dalam hal ini standarisasi produk, tetapi tidak terlalu standarisasi seperti pada *flow shop*. Sistem *batch* memproduksi banyak variasi produk dan volume, lama produksi untuk tiap produk agak pendek, dan satu lintasan produksi dapat digunakan untuk beberapa tipe produk. Pada sistem ini, pembuatan produk dengan tipe yang berbeda akan mengakibatkan pergantian peralatan produksi, sehingga sistem tersebut harus “*general purpose*” dan fleksibel untuk produk dengan volume rendah tetapi variasinya tinggi. Tetapi, volume *batch* yang lebih banyak dapat diproses secara berbeda, misalnya memproduksi beberapa *batch* lebih untuk tujuan MTS daripada MTO.

5. *Proyek*

Proyek yaitu merupakan penciptaan suatu jenis produk yang akan rumit dengan suatu pendefinisian urutan tugas-tugas yang teratur akan kebutuhan sumber daya dan dibatasi oleh waktu penyelesaiannya. Pada jenis proyek ini, beberapa fungsi mempengaruhi produksi seperti perencanaan, desain, pembelian, pemasaran, penambahan personal atau mesin (yang biasanya dilakukan secara terpisah pada sistem *job shop* dan *flow shop*) harus diintegrasikan sesuai dengan urutan-urutan waktu penyelesaian, sehingga dicapai penyelesaian ekonomis.

2.1.5 Udara

Udara adalah faktor pendukung utama kehidupan manusia di bumi. Dan komponen penyusun udara yang paling penting adalah oksigen. Ya, oksigen yang kita hirup dan mengalir dalam darah kita. Tahukah anda, oksigen ternyata hanya 21% dari keseluruhan atmosfer bumi. Komposisi terbesar adalah gas nitrogen yang kadarnya mencapai 77%. Sedangkan yang 1% adalah gas-gas penyusun lainnya. Oksigen memang berperan amat penting bagi kehidupan di bumi. Gas ini terlibat dalam hampir semua reaksi kimia yang menghasilkan energi yang diperlukan oleh makhluk hidup tingkat tinggi seperti manusia. Namun Allah telah menentukan kadar oksigen dalam udara yang kita hirup dengan sangat tepat. Seorang profesor mikrobiologi terkenal, Michael Denton dalam bukunya, *Nature's Destiny : How the Laws of Biology Reveal Purpose in the Universe*, bahwa oksigen adalah unsur yang sangat mudah bereaksi. Bahkan kandungan oksigen di atmosfer yang sekarang, yakni 21% sangatlah mendekati ambang batas yang aman bagi kehidupan pada suhu lingkungan. Kemungkinan terjadinya kebakaran hutan meningkat sebesar 70% untuk setiap kenaikan 1% kandungan oksigen dalam atmosfer. Tingginya kadar oksigen ini akan lebih memudahkan munculnya nyala api dan peristiwa pembakaran daripada biasanya. Akibatnya, percikan api kecil saja sudah mampu memicu kebakaran besar (Stern C Arthur,1977). Kadar

oksigen di atmosfer tidak bertambah dan tidak berkurang. Ini adalah hasil daur ulang yang amat luar biasa yang melibatkan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan. Manusia dan hewan terus menerus menggunakan gas oksigen dan mengeluarkan gas karbon dioksida. Sebaliknya, tumbuhan mengambil karbon dioksida untuk proses fotosintesis, dan melepaskan oksigen. Tumbuhan membebaskan jutaan ton oksigen ke atmosfer setiap harinya. Dengan adanya serangkaian peristiwa ini, kehidupan pun dapat terus berlanjut.

2.1.6 Oksigen (O₂)

Oksigen atau zat asam adalah unsur kimia yang mempunyai lambang O₂ dan nomor atom 8. Dalam tabel periodik, oksigen merupakan unsur nonlogam golongan VIA (kalkogen) dan dapat dengan mudah bereaksi dengan hampir semua unsur lainnya (utamanya menjadi oksida). Kemasan gas oksigen tersedia dalam bentuk gas bertekanan ataupun cairan/ *liquid* gas yang dikemas dalam tabung baja ataupun *stainless steel*. Oksigen gas dalam tabung baja atau *stainless steel* bertekanan ±150Kg/cm³ dengan kapasitas tabung terdiri dari 200 Liter =0,2 m³, 500Liter=0,5 m³, 1000Liter=1,2 m³, 1500 Liter = 1,5 m³, 6000 Liter = 6,0 m³, 7000 Liter = 7,0 m³. Oksigen *liquid* dikemas dalam tabung baja atau *stainless steel* yang mempunyai isolasi vacuumnya mampu menahan tekanan sampai 7,0 Kg/cm² bertemperatur 183 °c dengan kapasitas tabung terdiri dari: a. 160 Liter (VGL-160) b.

900 galon (VGS-900) c. 1500 Galon (VGS-1500) d. 3000 Galon (VGS-3000) setiap tabung gas tersebut dilengkapi dengan *Safety Valve berstandard*.

2.1.7 Kegunaan Oksigen Di Bidang Industri

Oksigen atau di sebut O_2 dalam tabel periodik merupakan unsur netral dan dapat bereaksi dengan semua unsur. Bagi kehidupan makhluk hidup oksigen mutlak diperlukan untuk proses kehidupan seperti bernafas, dan membantu semua sistem metabolisme. Berikut ini 12 kegunaan oksigen di bidang industri, diantaranya:

1. Membantu Kebaran : Jika ingin membakar namun tidak adanya oksigen, maka pembakaran tidak akan terjadi. Syarat pokok terjadinya pembakaran haruslah ada tiga komponen penting, yaitu sumber panas, bahan bakar serta oksigen. Sehingga kebakaran bukan hanya karena adanya sumber api serta bahan bakar tapi juga karena ada oksigen.
2. Menerbangkan pesawat : kemampuan terbang pesawat komersial adalah ketinggian maksimum 11 km. Hal ini terjadi karena semakin tinggi dari permukaan bumi maka jumlah oksigen akan semakin menipis sehingga ,menyulitkan kerja mesin pesawat.
3. Dimanfaatkan roket pesawat angkasa : Oksigen yang ada di atmosfer dimanfaatkan roket untuk bahan bakar yang menghasilkan gaya dorong sehingga roket dapat bergerak,

baik maju ataupun melesat terbang ke atas.

4. Sebagai Bahan peledak : Oksigen yang direaksikan dengan berbagai unsur lain dapat menjadi bahan peledak. sifat oksigen yang bisa teroksidasi dengan senyawa lain sehingga proses pembuaatan bahan peledak sangat tergantung dengan adanya oksigen.
5. Diperlukan untuk mengelas : Manfaat oksigen yang digunakan secara bersamaan dengan gas asitilen digunakan untuk mengelas.
6. Untuk melakukan penyelaman : kemampuan manusia untuk menyelam didalam air sevcara lama tidak bisa dilakukan tanpa adanya alat bantu penyelaman. Dengan menggunakan tabung berisi oksigen manusia bisa melakukan penyelaman di dalam air dalam waktu yang cukup lama.
7. Oksigen di kapal selam : Kapal selam memerlukan oksigen yang cukup untuk melakukan penyelaman, karena muatan manusia didalamnya memerlukan oksigen untuk bernafas. Ketika di dalam air, sirkulasi udara menggunakan tenaga listrik yang berasal dari baterai. Saat kapal kembali mengapung, maka katup penampung akan terisi udara kembali.
8. Dipelukan dalam industri baja : Pada proses pembuatan besi/baja menggunakan oksigen dalam sistem tanur.

9. Oksigen di lambung kapal : kapal laut baik untuk penumpang dan barang pasti memerlukan oksigen untuk sekat-sekat lambung kapal. Tekanan air terhadap udara yang ada di dalam lambung kapal membuat kapal tetap terapung, sehingga meringankan kerja turbin mesin kapal
10. Oksigen untuk industri batu bara : Oksigen diperlukan dalam proses-proses oksidasi bahan baku batubara. Gasifikasi batubara dalam proses oksidasi membuat bahan baku batubara bisa digunakan sebagai bahan bakar industri.
11. Oksigen untuk industri farmasi : berbeda dengan oksigen untuk industri pada umumnya, untuk farmasi dan medis oksigen yang digunakan adalah oksigen murni 95%, oksigen 95% sangat penting digunakan dalam keadaan darurat atau emergensi bagi pasien yang mengalami sesak nafas dan untuk stimulasi pernafasan bagi pemulihan pasien.

2.1.8 Pemisahan

Udara yang digunakan sebagai bahan baku harus melalui proses pemisahan untuk dapat menghasilkan produk berupa oksigen, nitrogen, dan argon. Proses pemisahan yang dilakukan adalah filtrasi, adsorpsi, dan distilasi, dimana filtrasi dan adsorpsi digunakan untuk memisahkan pengotor (seperti: debu, uap air, dan karbon dioksida) yang terkandung dalam udara . Ada berbagai macam variasi dalam proses pemisahan udara pada industri gas.

Variasi tersebut bergantung pada berbagai hal diantaranya jumlah produk yang hendak dihasilkan, kemurnian produk, tekanan gas berkaitan dengan transportasi fluida, dan lain-lain.

2.1.9 Filtrasi

Filtrasi ini merupakan metode pemisahan fisik, yang dipakai dalam memisahkan antara cairan (larutan) serta padatan. Cairan yang telah melalui proses filtrasi/penyaringan itu disebut dengan filtrat, sedangkan untuk padatan yang tertumpuk di penyaring itu disebut dengan residu. Meskipun ada kalanya residu itu merupakan produk yang diinginkan. Di *Air Separation plant (ASP)*, proses filtrasi dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel padat yang terkandung dalam udara (seperti: daun, serangga, dan debu) yang dapat mengganggu proses produksi dan menyebabkan kontaminasi produk yang dihasilkan.

2.1.10 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa dimana suatu zat menarik zat lain yang berada di sekitarnya untuk berinteraksi dan berikatan dengan zat tersebut. Proses adsorpsi ini dapat terjadi antara zat yang berada dalam satu fase seperti padat dengan padat atau zat yang berbeda fase misalnya padat dengan cair. Adsorben yang digunakan dalam proses produksi di ASP adalah *molecular sieve*, alumina gel, dan silica gel.

a. Molecular Sieve

Molecular sieve adalah kristal aluminosilika yang memiliki

diameter pori seragam, oleh karena itu *molecular sieve* dapat dibedakan berdasarkan diameter pori (3-10 Å) [9].

b. *Activated Alumina*

Activated Alumina didapatkan dari hasil pemanasan *hydrated aluminium oxide*, sehingga air yang terikat pada *aluminium oxide* hilang. *Activated Alumina* memiliki luas

c. *Silica Gel*

Silica Gel merupakan salah satu adsorben komersial yang banyak digunakan untuk proses adsorpsi. *ASP* di PT. Samator Gas Industri menggunakan *Silica Gel* sebagai adsorben untuk menyerap kandungan air pada gas argon dalam *Argon Drver*. *Silica Gel* dihasilkan dari *Acid Treatment* terhadap *natrium silika*. *Silica Gel* memiliki luas area permukaan antara 600 - 800 m²/g dan diameter pori berkisar 20 - 50 Å .

2.1.11 Distilasi

Salah satu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan ataupun kemudahan menguap (volatilitas) petunjuk. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, serta uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam ukuran cairan. Zat yang mempunyai titik didih lebih rendah akan menguap lebih dahulu. Di *ASP*, Proses distilasi digunakan untuk menghasilkan produk oksigen, nitrogen, dan argon, dengan kemurnian yang tinggi.

2.2 Teori Manajemen Kualitas Kualitas

kualitas merupakan suatu produk dan jasa yang melalui beberapa tahapan proses dengan memperhitungkan nilai suatu produk dan jasa tanpa adanya kekurangan sedikitpun nilai suatu produk dan jasa, dan menghasilkan produk dan jasa sesuai harapan tinggi dari pelanggan. Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka diperlukan suatu standarisasi kualitas. Cara ini dimaksudkan untuk menjaga agar produk yang dihasilkan memenuhi standar yang telah

ditetapkan sehingga konsumen tidak akan kehilangan kepercayaan terhadap produk yang bersangkutan. Pemasar yang tidak memperhatikan kualitas produk yang ditawarkan akan menanggung tidak loyalnya konsumen sehingga penjualan produknya pun akan cenderung menurun. Jika pemasar memperhatikan kualitas, bahkan diperkuat dengan periklanan dan harga yang wajar maka konsumen tidak akan berpikir panjang untuk melakukan pembelian terhadap produk (Kotler dan Armstrong, 2008).

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan proses yang digunakan untuk menjamin tingkat kualitas dalam produk atau jasa. Pengendalian kualitas adalah suatu teknik dan aktivitas/tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas suatu produk dan jasa agar sesuai

dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen.

Pengendalian kualitas bukan hanya digunakan untuk mendeteksi kerusakan produk pada suatu rangkaian produksi, tetapi juga dapat menekan seminimal mungkin kerusakan tersebut. Dengan melakukan pengendalian kualitas, diharapkan produk akan terkendali sehingga manajer operasi dapat mengetahui penyebab dan dengan segera dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dan dengan begitu juga sekaligus mempertahankan kualitas produk yang dihasilkannya.

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pengendalian Kualitas

Menurut Assauri (2004), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas, yaitu sebagai berikut:

1. Kemampuan proses.

Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

2. Spesifikasi yang berlaku.

Spesifikasi hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut. Dalam hal ini haruslah dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku

dari kedua segi yang telah disebutkan di atas sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.

3. Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima.

Tujuan dilakukan pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada di bawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada di bawah standar yang dapat diterima.

4. Biaya kualitas.

Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas. Apabila ingin menghasilkan produk yang berkualitas tinggi maka dibutuhkan biaya kualitas yang relatif lebih besar.

2.2.4 Metode-metode Inspeksi (*Inspection*) dalam Pengendalian Kualitas

Terdapat dua metode dalam melakukan Inspeksi (*Inspection*) yaitu metode Inspeksi 100% (*100% Inspection*) dan metode Inspeksi secara sampling (*Sampling Inspection*).

- a. Metode Inspeksi 100% (*100% Inspection*) adalah Inspeksi yang dilakukan terhadap semua jumlah produk yang dihasilkan oleh produksi dan teknik pengujian yang digunakan tidak boleh bersifat destruktif (tidak merusak

produk). Metode Inspeksi 100% memerlukan tenaga kerja yang banyak dan biaya yang tinggi. Metode Inspeksi 100% ini biasanya diaplikasikan pada produk-produk yang berharga tinggi.

- b. Metode Inspeksi secara Sampling (*Sampling Inspection*) adalah Inspeksi yang dilakukan terhadap jumlah sampel tertentu dari total jumlah produk yang diproduksi pada rentang waktu tertentu. Sampel yang diambil pada umumnya adalah sampel acak (*random sample*) yang mewakili keseluruhan populasi produk (umumnya berdasarkan model, tenaga kerja, mesin ataupun rentang waktu tertentu). Jika dalam Inspeksinya terbukti mendeteksi adanya produk cacat maka keseluruhan produk yang terkait akan ditolak (*rejected*) dan harus dilakukan pengerjaan ulang atau disortir ulang. Pemeriksaan atau Inspeksi Sampling ini lebih murah dan lebih cepat namun memiliki risiko terjadinya kesalahan sample (*sampling error*). Kesalahan Sampling ini biasanya dapat diperkirakan. Dalam kasus pengujian yang bersifat destruktif yaitu pengujian yang dapat merusak produk yang bersangkutan, Inspeksi sampling ini sangat dianjurkan. Metode Inspeksi Sampling ini biasanya dilakukan pada produk-produk yang kurang presisi dan tidak berharga mahal.

BAB III

SISTEM PRODUKSI

3.1 Bahan Baku

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Komponen yang konsentrasinya selalu bervariasi adalah air dalam bentuk uap H_2O dan karbon dioksida (CO_2). Jumlah uap air yang terdapat di udara bervariasi tergantung dari cuaca dan suhu. Udara adalah campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap tergantung pada suhu dan tekanan udara. Bahan baku yang digunakan oleh unit ASP (*Air Separation Plant*) adalah udara bebas yang masih mengandung *impurities*, seperti daun, pasir, debu, serangga, dan lain-lain. Impurities tersebut harus dipisahkan dari udara terlebih dahulu, karena dapat mengganggu proses pemisahan udara dan menurunkan kemurnian produk yang dihasilkan. Pemisahan impurities dalam udara berlangsung di dalam *Air Filter*. Udara bebas masuk *Air Filter* dengan laju rata-rata $10.300 \text{ Nm}^3/\text{jam}$. Udara yang dihisap tidak memiliki batasan kandungan apapun karena nantinya semuanya akan melewati proses pemisahan *impurities*.

3.2 Permesinan

Unit ASP (*Air Separation Plant*) memiliki unit-unit yang digunakan untuk menghasilkan produk. Setiap unit memiliki peralatan dan fungsi yang berbeda-beda. Unit-unit tersebut adalah

sebagai berikut:

1. *Air Filter*

Tabel 3.1 Penjelasan *Air Filter*

<i>Air Filter</i>
Identifikasi Nama alat : <i>Filter</i> Nomor alat : H-110 Jumlah : 1 set
Fungsi berfungsi sebagai penyaring udara masuk dari kotoran-kotoran seperti debu, daun dan serangga
Tipe <i>Eliminator filter, Roll filter, Bag filter</i> Kapasitas : 10.300 m ³ /jam
Operasi Kontinu
Dasar Pemilihan Penggunaan 3 filter meningkatkan efektivitas penyaringan
Prinsip Kerja untuk menyaring serangga dan daun lalu disaring kembali di roll filter yang berfungsi untuk menyaring debu berukuran kecil (≥ 10 mikron) kemudian memasuki penyaringan terakhir di bag filter yang berfungsi untuk menyaring debu berukuran halus (≤ 2 mikron).
Buatan Teisan KK, Japan

2. Compressor

Tabel 3.2 Penjelasan *Compressor*

Compressor	
Identifikasi	Nama alat : <i>Compressor</i> Nomor alat : G-111 Jumlah : 1 set
Fungsi	yaitu menekan udara bersih hasil penyaringan yang awalnya mempunyai tekanan sebesar 1,03 kg/cm ² akan dikompresikan sampai tekanannya menjadi 5,3 kg/cm ² .
Tipe	<i>Centrifugal compressor (3 stage)</i> dengan <i>compression ratio</i> berkisar 1,4 – 2,1 Kapasitas: 10.300 m ³ /jam
Operasi	Kontinu
Kontrol	<i>pressure indicator, temperature indicator, flow indicator, flow control</i>
Prinsip Kerja	Udara yang ditekan dari 1,01 kg/cm ² menjadi 1,8 kg/cm ² , kemudian masuk <i>intercooler</i> 1. Dari <i>intercooler</i> 1, udara ditekan dari 1,8 kg/cm ² menjadi 3,8 kg/cm ² . Lalu masuk <i>intercooler</i> 2, dari <i>intercooler</i> 2, udara ditekan dari 3,8 kg/cm ² menjadi 5,3 kg/cm ² , lalu masuk <i>aftercooler</i> .
Buatan	Ishikawajima-Harima Heavy Ind. Co, Ltd. Tokyo, Japan

3. Freon Refrigerator

Tabel 3.3 Penjelasan *Freon Refrigerator*

Freon Refrigerator	
Identifikasi	Nama alat : <i>Freon Refrigerator Unit</i> Nomor alat : E-121 Jumlah : 1 set
Fungsi	menurunkan suhu udara yang keluar dari hasil kompresor yang semula suhunya 40°C menjadi sekitar suhu ≤10°C.
Tipe	<i>Screw compressor</i> <i>Refrigerant: Freon R22 (chloro difluoro methane)</i> Kapasitas: 147.000 kkal/jam
Operasi	Kontinu
Dasar Pemilihan	Rasio kompresi besar, oli yang digunakan berfungsi untuk mencegah kebocoran <i>refrigerant</i> dan juga menyerap panas kompresi

<p>Prinsip Kerja Mendinginkan udara dari kompresor <i>dry argon</i> dari <i>argon cooler</i> dengan <i>refrigerant</i>, lalu menyaring udara dan <i>dry argon</i> dengan separator untuk mengurangi kandungan air</p>
<p>Buatan Mycom – Japan</p>

4. *Molecular Sieve Adsorber (MS Adsorber)*

Tabel 3.4 Penjelasan *Molecular Sieve Adsorber*

<i>Molecular Sieve Adsorber</i>	
Identifikasi	Nama alat : <i>Molecular Sieve Adsorber</i>
	Nomor alat : D-120
	Jumlah : 2 tangki
	Dimensi alat : Diameter: 2 meter Tinggi: 3 meter
Fungsi	Mengadsorpsi karbon dioksida dan sisa air yang terkandung dalam udara
Tipe	<i>Vertically cylindrical filling (fixed bed)</i> Adsorben: <i>molecular sieve and alumina gel</i>
Operasi	Kontinu
Dasar Pemilihan	<i>Alumina gel</i> yang terdapat dilapisan bawah digunakan untuk mengadsorpsi air. <i>Molecular sieve</i> yang terdapat dilapisan atas memiliki ukuran pori yang tertentu dan seragam, sehingga dapat mengadsorpsi karbon dioksida secara spesifik. Silinder tegak tidak membutuhkan tempat yang besar
Prinsip Kerja	Udara mengalir dari bawah dan akan melewati <i>fixed bed</i> berisi <i>adsorben alumina gel</i> untuk menghilangkan kandungan air dan <i>fixed bed</i> berisi <i>molecular sieve</i> untuk menghilangkan karbon dioksida
Buatan	Sumitomo Precision Co., Ltd – Japan

5. *Cooling Box*

Di dalam *cooling box* ini terdapat banyak sekali mesin yang tidak dapat dilihat karena proses didalamnya berbahaya bagi keselamatan. Berikut beberapa proses yang terdapat di dalamnya untuk memproduksi *Liquid Oxygen* :

- **Main Heat Exchanger**

Tabel 3.5 Penjelasan *Main Heat Exchanger*

Main Heat Exchanger	
Identifikasi	Nama alat : <i>Heat Exchanger</i> Nomor alat : E-211 Jumlah : 1 set
Main Heat Exchanger	
Fungsi	Mendinginkan udara dengan <i>return gas</i> (oksigen, nitrogen, waste gas) sebagai media pendingin
Tipe	<i>Plate-fin</i>
Operasi	Kontinu
Dasar Pemilihan	Desain <i>compact</i> , jumlah <i>port</i> aliran yang banyak, dan efektivitas perpindahan panas tinggi
Prinsip Kerja	prinsip kerjanya dengan cara udara dari <i>MS Adsorber</i> akan mentransfer panas ke oksigen yang bersuhu lebih rendah melalui <i>plate fin</i>

A. Kolom Rektifikasi / Kolom Distilasi

Tabel 3.6 Penjelasan Kolom Rektifikasi

Kolom Rektifikasi	
Identifikasi	Nama alat : Kolom Distilasi Nomor alat : D-210 Jumlah : 1 set Dimensi alat : a.Kolom bawa :Tinggi: 8m Jumlah tray: 47 tray b.Kolom atas :Tinggi: 19m Jumlah tray: 116 tray
Fungsi	Memisahkan udara menjadi oksigen, nitrogen, dan <i>raw argon</i>
Operasi	Kontinu
Dasar Pemilihan	<i>Maintenance</i> mudah, kapasitas besar, pengambilan aliran dari tengah kolom bisa dilakukan
Perlengkapan:	a.Kolom atas (<i>upper column</i>) b.Kondensor utama (<i>main condenser</i>) c.Kolom bawah (<i>lower column</i>)

Buatan

a. Kolom atas: Teisan KK – Japan

b. Kondensor utama: Sumitomo Precition Co., Ltd – Japan

c. Kolom bawah: Teisan KK – Japan

B. SubcoolerTabel 3.7 Penjelasan *Subcooler*

<i>Subcooler</i>	
Identifikasi	
Nama alat	: <i>Heat Exchanger</i>
Nomor alat	: E-214
Jumlah	: 1 set
Fungsi	Mendinginkan Udara cair dari kolom bawah rektifikasi, nitrogen cair dan <i>main condenser</i> , dan oksigen cair dari kolom atas rektifikasi dengan gas nitrogen
Operasi	Kontinu
Prinsip Kerja	Prinsip kerja dari <i>Subcooler</i> ini sebenarnya sama seperti <i>Main Heat Exchanger</i> namun digunakan untuk mendinginkan oksigen cair dari kolom atas rektifikasi.

6. Transfer PumpTabel 3.8 Penjelasan *Transfer Pump*

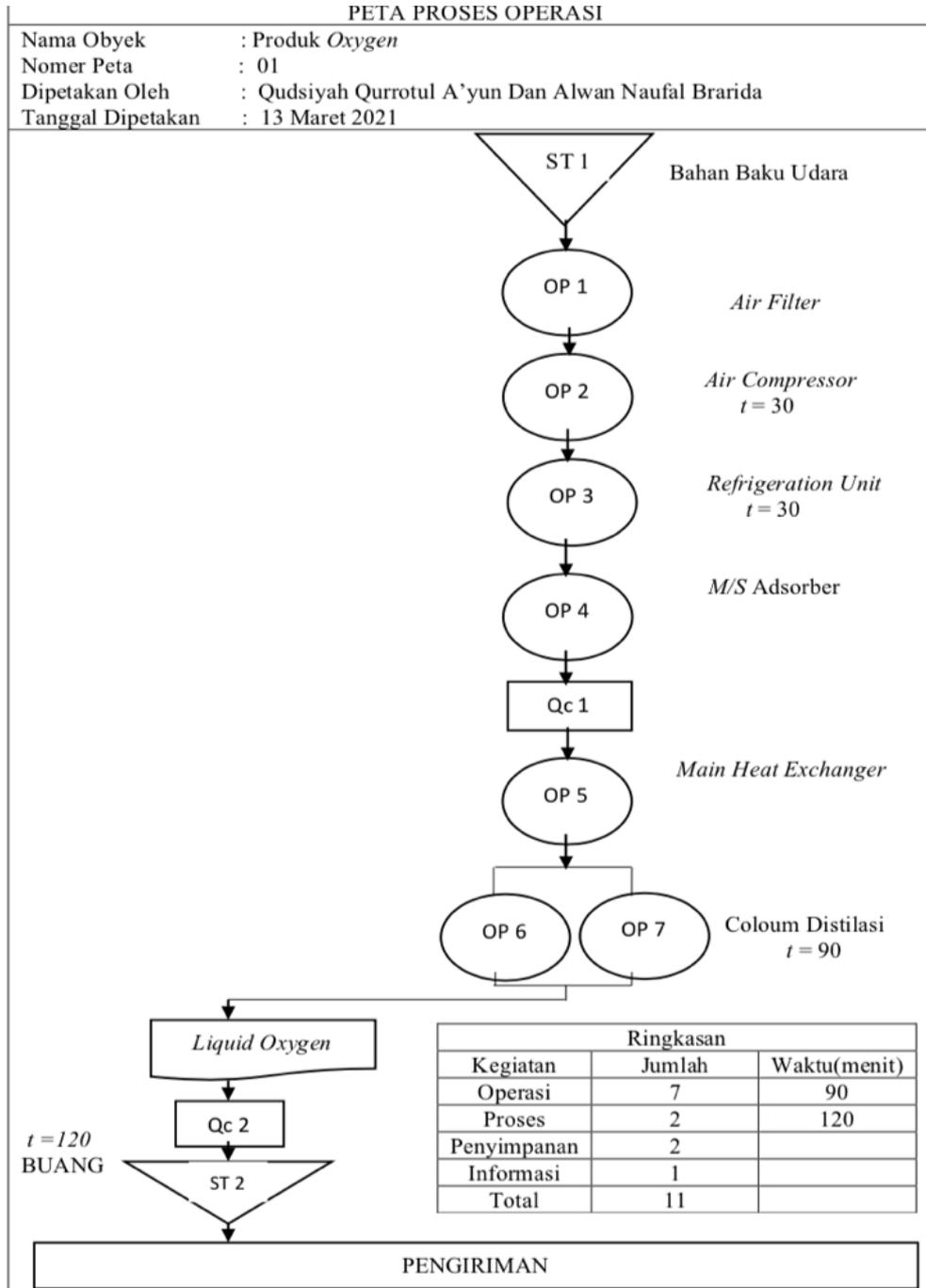
<i>Transfer Pump</i>	
Identifikasi	
Nama Alat	: Pompa
Nomor alat	: G-213
Jumlah	: 2 set
Fungsi	memompa oksigen cair ke dalam tangki penyimpanan oksigen
Tipe	<i>Centrifugal pump</i> Kapasitas: 2.600 L/jam
Transfer Pump	
Operasi	Kontinu
Dasar Pemilihan	Efisiensi tinggi, biaya murah, cocok untuk kapasitas besar
Buatan	Cryoster – France

7. *Storage Tank*

Tabel 3.9 Penjelasan *Storage Tank*

<i>Storage Tank</i>	
Identifikasi	
Nama alat	: Tangki
Nomor alat	: F-216
Jumlah	: 1 set
Fungsi	tempat untuk menyimpan produk yang berupa oksigen cair
Tipe	<i>Vertical Cylindrical</i> Kapasitas 727.188,15 m ³
Dasar Pemilihan	Tempat yang dibutuhkan tidak besar
Prinsip Kerja	<i>Storage tank</i> ini terdapat dua dinding yang dibatasi isolator yang dapat menahan perpindahan panas sehingga temperature didalamnya tetap dingin. Pengontrolan yang dapat dilakukan pada tangka ini yaitu <i>level indicator</i> dan <i>pressure indicator</i> .

3.3 Operation Process Chart (OPC)



Gambar 3.1 Peta Proses Operasi

3.4 Tenaga Kerja

Saat ini jumlah keseluruhan karyawan di Unit ASP (*Air Separation Plant*) PT Samator Gas Industri adalah berjumlah 10 orang dengan komposisi karyawan sebagai berikut:

Manajer Unit ASP (<i>Air Separation Plant</i>)	: 1 orang
Supervisor Unit ASP (<i>Air Separation Plant</i>)	: 1 orang
Operator Unit ASP (<i>Air Separation Plant</i>)	: 8 orang
Total	: 10 orang

(Sumber: Unit ASP PT Samator Gas Industri, 2021)

Pembagian jam kerja operator unit ASP (*Air Separation Plant*) PT Samator Gas Industri menggunakan sistem *shift* dimana operator bekerja setiap hari selama 24 jam dengan jam kerja :

Shift 1: jam 07.00 – 15.00 WIB

Shift 2: jam 15.00 – 23.00 WIB

Shift 3: jam 23.00 – 07.00 WIB

Operator dikelompokkan menjadi 4 grup dimana setiap grup terdiri dari 2 orang operator dan mempunyai jam kerja dengan rotasi setiap 2 hari sekali (selama 6 hari) dan 2 hari libur.

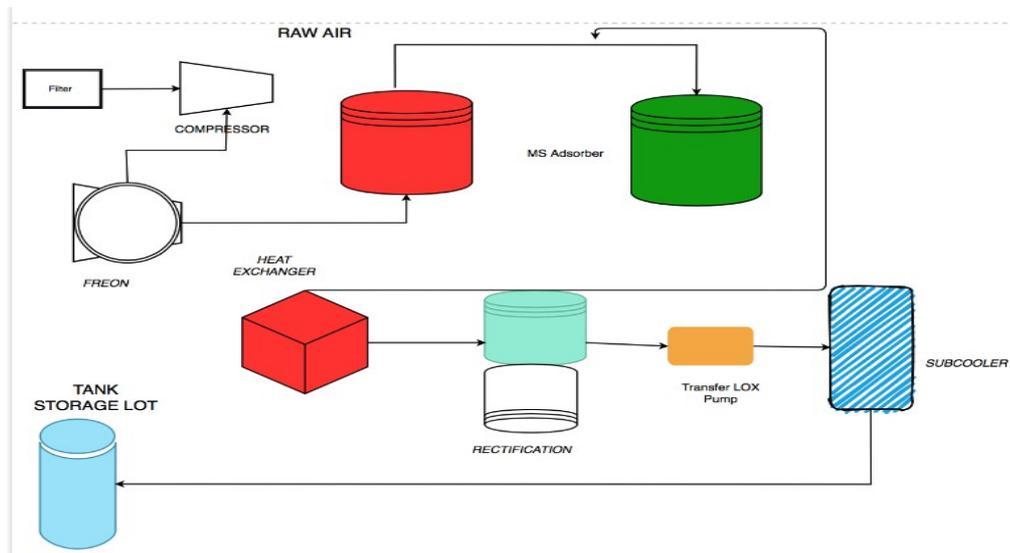
Dalam PT Samator Gas Industri, para karyawan mendapatkan selain dari gaji pokok yang diterima tiap bulan, juga mendapat beberapa macam tunjangan, tunjangan-tunjangan yang diberikan diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Uang makan
- b. Uang transportasi

- c. Pulsa
- d. golongan atau jabatan
- e. Tunjangan Hari Raya (THR) yang diberikan pada saat hari raya Idul Fitri.

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 1977 tentang Asuransi Sosial tenaga kerja, maka PT. Samator Gas Industri juga memberikan jaminan tenaga kerja bagi kayawannya berupa asuransi apabila karyawan mengalami kecelakaan kerja. Asuransi yang diberikan adalah BPJS Ketenagakerjaan.

3.5 Proses Produksi



Gambar 3.2 Proses Produksi *Liquid Oxygen*

Bahan baku yang digunakan oleh unit (*Air Separation Plant*) *ASP* adalah udara bebas yang masih mengandung *impurities*, seperti daun, pasir, debu, serangga dll. *Impurities* tersebut harus dipisahkan dari udara terlebih dulu, karena dapat

mengganggu proses pemisahan udara dan menurunkan kemurnian produk yang dihasilkan. Berlangsungnya proses pemisahan ini di dalam *Air Filter*. *Air Filter* adalah alat yang terdiri dari bahan berserat atau berpori yang menghilangkan partikel padat seperti debu, serbuk sari, jamur, dan bakteri dari udara. Filter yang mengandung adsorben atau katalis seperti arang (karbon) juga dapat menghilangkan bau dan polutan gas seperti senyawa organik yang mudah menguap atau ozon. Penyaring udara digunakan dalam aplikasi di mana kualitas udara penting, terutama dalam membangun sistem ventilasi dan mesin. Udara bebas masuk *Air Filter* dengan laju rata-rata 10.300 N³ / Jam Dalam *Air Filter*, sudah dibersihkan dari *Impurities* melalui tiga jenis filter, yaitu

1. *Eliminator Filter* untuk menyaring serangga dan daun;
2. *Roll Filter* untuk menyaring debu berukuran kecil (≥ 10)
3. *Bag filter* untuk menyaring debu berukuran halus (≥ 2)

Setelah Udara bersih dari hasil penyaringan *Air Filter*, dikompresi sampai tekanannya menjadi 5,3 Kg/cm² dengan menggunakan *Air Compressor*. *Compressor* adalah suatu mesin mekanik yang berfungsi untuk memampatkan fluida gas atau meningkatkan tekanan udara. *Compressor* biasanya menggunakan mesin diesel/mesin bensin atau motor listrik sebagai tenaga penggerakannya. Udara yang dihasilkan dari *Compressor* mempunyai tekanan yang berbeda-beda, tergantung dari spesifikasi BAR yang dimiliki *compressor* itu sendiri. *Air*

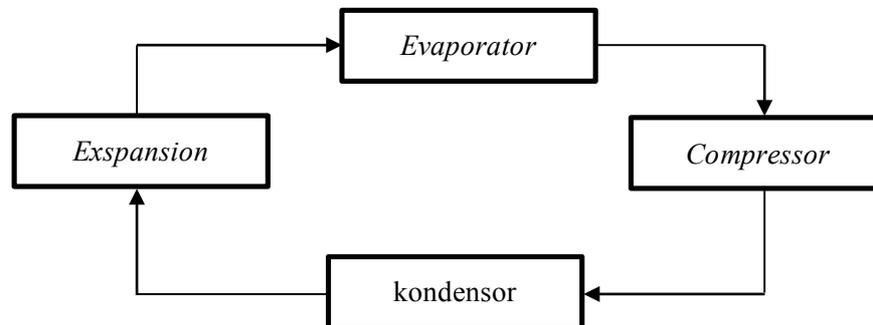
Compressor Unit yang terdiri dari 3 *stage* dengan rasio kompresi sebesar 1,8. Setiap *stage* dilengkapi dengan pendingin berupa *intercooler* (untuk udara keluar kompresor *stage* 1 dan 2) dan *aftercooler* (untuk udara keluar kompresor *stage* 3). Kedua pendingin tersebut menggunakan media pendingin berupa air pendingin yang diperoleh dari hasil pengolahan air sumur dengan metode *Reverse Osmosis* (RO). Kondisi operasi dalam *Air Compressor Unit* disajikan pada Tabel 3.10 berikut ini :

Tabel 3.10 Kondisi Operasi Dalam *Air Compressor Unit*

	Udara Masuk		Udara Keluar	
	Suhu (° C)	Tekanan (Kg/ c m ²)	Suhu (° C)	Tekanan (Kg/ c m ²)
<i>Stage 1</i>	35	1,01	47	1,8
<i>Intercooler 1</i>	47	1,8	37	1,8
<i>Stage 2</i>	37	1,8	47	3,8
<i>Intercooler 2</i>	47	3,8	38	3,8
<i>Stage 3</i>	38	2,8	48	5,3
<i>Intercooler 3</i>	48	5,3	40	5,3

Udara hasil dari *Air Compression Unit* masuk ke dalam *Freon Refrigerator* mengurangi kandungan uap air dalam udara dengan cara diturunkan suhunya dari 40° C menjadi ≤10° C. Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan udara dalam *Freon Refrigerator Unit* adalah Freon tipe R-22. Suhu udara yang didinginkan tidak boleh ≤ 4° C karena uap air yang terkandung dalam udara akan membentuk kabut atau bisa membeku yang dapat menyebabkan saluran udara menjadi tersumbat. Udara keluar dari *Freon Refrigerator Unit* mempunyai kandungan uap air sekitar 1%. Sistem refrigerasi di *Freon Refrigerator Unit* adalah

sebagai berikut :



Gambar 3.3 Sistem Refrigerasi di *Freon Refrigerator Unit*

Udara didinginkan dalam *Freon Refrigerator Unit* dengan cara panas ditransfer ke Freon R-22 di dalam evaporator, sehingga Freon R-22 mengalami perubahan fasa dari campuran cair dan uap jenuh menjadi uap jenuh. Agar Freon R-22 dapat digunakan kembali untuk mendinginkan udara yang masuk ke *Freon Refrigerator Unit* maka diperlukan proses untuk mensirkulasi Freon R-22, yaitu dengan cara menghilangkan panas yang telah diperoleh dari udara. Proses penghilangan panas terbagi menjadi 3 tahapan proses yaitu:

1. Meningkatkan tekanan *Freon* R-22 di dalam *Compressor*
Uap jenuh Freon R-22 dikompresi menjadi uap bertekanan tinggi (*superheated vapor*) dalam *Compressor*.
2. Mentransfer panas Freon R-22 di dalam kondensor
Uap *Freon* R-22 bertekanan tinggi dikondensasikan menjadi *Freon* R-22 cair dengan carapanas perubahan fasa uap

menjadi cair (panas laten) dari Freon R- 22 ditransfer ke air pendingin.

3. Ekspansi *Freon R-22* cair di dalam *Expansion Valve*

Freon R 22 cair dengan suhu dan tekanan tinggi dari kondensor diekspansi sehingga menyebabkan penurunan suhu dan tekanan *Freon R-22*.

Hasil keluaran dari *Expansion Valve* berupa campuran cair dan uap jenuh *Freon R-22* digunakan kembali untuk mendinginkan udara yang masuk pada *Freon Refrigerator Unit*.

Sebelum udara dialirkan menuju ke proses berikutnya, udara harus bebas dari uap air dan karbon dioksida. Kandungan karbon dioksida dan sisa uap air di dalam udara dipisahkan dengan menggunakan *Molecular Sieve Adsorber (MS Adsorber)*. Udara yang masuk ke dalam *MS Adsorber* akan dikontakkan dengan 2 jenis adsorben yaitu *molecular sieve* dan alumina gel. *Molecular sieve* berfungsi untuk mengadsorpsi karbon dioksida yang terkandung di dalam udara dan alumina gel berfungsi untuk mengadsorpsi sisa uap air yang terkandung di dalam udara. Proses adsorpsi karbon dioksida dan sisa uap air didalam *MS Adsorber* akan menyebabkan adsorben menjadi jenuh, sehingga adsorben dalam *MS Adsorber* harus selalu diregenerasi setiap 4 jam sekali. *MS Adsorber* yang digunakan berjumlah 2 tangki yang digunakan secara bergantian (1 untuk proses regenerasi dan 1 untuk proses adsorpsi) agar proses tetap berlangsung secara kontinu. Proses

regenerasi adsorben dalam *MS Adsorber* terdiri dari beberapa tahap:

1. Penurunan tekanan (*Depressurizing*)

Tekanan di dalam *MS Adsorber* diturunkan dari 5,3 Kg/cm² menjadi 0,4 Kg/cm². Proses penurunan tekanan berlangsung selama 5 menit.

2. Pemanasan (*heating*)

Untuk mengaktivasi atau membuka pori adsorben maka dilakukan pemanasan dengan menggunakan *waste gas* dari *Main Heat Exchanger* yang telah dipanaskan terlebih dahulu sampai 150°C dengan *Air Dryer Regeneration Heater*. Proses pemanasan berlangsung selama 70 menit.

3. Pendinginan (*cooling*).

Setelah pemanasan, *heater* akan mati secara otomatis dan adsorben didinginkan menggunakan *waste gas* sampai suhunya mencapai menjadi sekitar 40°C. Proses pendinginan berlangsung selama 135 menit.

4. Penekanan (*pressurizing*)

Tahap selanjutnya adalah menaikkan tekanan dalam *MS Adsorber* secara perlahan-lahan hingga mencapai 5,3 Kg/cm². Proses ini bertujuan untuk mencegah kerusakan pada adsorben (*Molecular Sieve dan Alumina Gel*). Proses penekanan berlangsung selama 25 menit. Dari *MS Adsorber*, udara dialirkan menuju ke *Main Heat Exchanger* untuk dan dikondensasikan

sampai suhunya mencapai $-172,6^{\circ}\text{C}$. Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan udara adalah gas nitrogen, *waste gas*, gas oksigen, dan *liquid raw argon*, dengan arah aliran *counter current* terhadap udara. Udara hasil pendinginan dalam *Main Heat Exchanger* berupa udara cair selanjutnya dialirkan menuju ke bagian bawah kolom rektifikasi dengan tekanan sebesar 5 Kg/ c .

Udara cair yang kaya oksigen dan argon selanjutnya dialirkan dari bagian bawah kolom bawah rektifikasi menuju *subcooler* untuk diturunkan suhunya menjadi -190°C dengan menggunakan *waste gas* dan gas nitrogen dari bagian atas kolom atas rektifikasi. Setelah melalui *subcooler*, udara cair diekspansi ke bagian atas dari kolom atas rektifikasi dengan tekanan $0,55 \text{ Kg/ c}$. Suhu kolom atas (-190°C) lebih rendah daripada titik didih oksigen ($-188,74^{\circ}\text{C}$) tetapi lebih tinggi daripada titik didih nitrogen ($-200,99^{\circ}\text{C}$) dan argon ($-191,58^{\circ}\text{C}$).

Pemisahan udara untuk memperoleh ketiga senyawa nitrogen, oksigen dan argon dalam keadaan mendekati murni dapat dilakukan secara kriogenik, kriogenik diartikan sebagai operasi yang dilaksanakan dalam keadaan temperatur yang sangat rendah.

Secara garis besar, udara dengan komponen-komponen penyusunnya dicairkan kemudian dilakukan pemisahan dengan metode distilasi yang memanfaatkan konsep kesetimbangan uap-cair antara nitrogen, argon dan oksigen. Pemisahan udara secara

kriogenik menggunakan perbedaan titik didih antara nitrogen, oksigen, dan argon untuk memisahkan dan memurnikan produk-produk tersebut. Jadi pada intinya proses kimiawi yang terjadi untuk memisahkan dari udara menjadi gas oksigen, nitrogen, argon yaitu proses distilasi dimana distilasi adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap. Dalam proses distilasi, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan, Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Dari proses itu dapat terbedakan mana gas oksigen, mana gas nitrogen dan mana gas argon.

Hal ini menyebabkan oksigen tetap berwujud cair dan terkumpul pada bagian bawah kolom atas rektifikasi, sedangkan nitrogen dan argon yang terkandung dalam udara cair akan menguap dan naik ke bagian atas dari kolom atas rektifikasi. Oksigen cair pada bagian bawah kolom atas rektifikasi dengan kemurnian $\geq 99,999\%$ selanjutnya dialirkan menuju ke Subcooler sebelum masuk ke tangki penyimpanan. Pengaliran oksigen cair dilakukan dengan bantuan *Liquid Oxygen Delivery Pump* karena tekanan pada kolom atas rektifikasi masih rendah ($0,55 \text{ c}^{-}$). Di dalam *Subcooler*, oksigen cair didinginkan lebih lanjut sampai suhunya menjadi -182°C dan kemudian dialirkan menuju ke tangki penyimpanan dengan laju $2.200 \text{ N}^{\prime}/\text{jam}$.

3.6 Produk

Dalam proses produksinya unit ASP (*Air Separation Plant*) PT Samator Gas Industri hanya memproduksi berupa *liquid oxygen*, *liquid nitrogen* dan *liquid raw argon* namun yang kami bahas hanya *liquid oxygen* dari *liquid oxygen* ini terdapat beberapa jenis produk turunan yang di produksi. Berikut ini adalah beberapa produk yang dihasilkan oleh perusahaan PT Samator Gas Industri ini:

- Oksigen *Liquid*

Salah satu produk yang dihasilkan oleh unit ASP (*Air Separation Plant*) PT Samator Gas Industri adalah oksigen liquid. Hingga kini, penggunaan gas oksigen yang paling besar penggunaannya di khalayak umum, mulai dari penggunaan di bidang medis hingga dibidang manufaktur untuk pengelasan, PT Samator Gas Industri memiliki tangka induk penampungan untuk liquid oksigen dengan kapasistas maksimal dapat menampung sebanyak 727.188,15 m³ dan terdapat juga tangka *back up* untuk liquid oksigen yang dapat menanmpung kapasitas sebanyak 104.347,99 m³ dengan rata-rata produksi perbulannya jika tidak terjadi *plant shut down* dihasilkan liquid oksigen sebanyak 1.481.323,60 m³, dengan pengeluaran rata-rata perbulan 1.474.004,00 m³. Namun hasil produksi dari PT Samator Gas Industri bukan hanya berupa oksigen liquid, terdapat beberapa macam produk turunan dari liquid oksigen berikut merupakan

produk turunan dari liquid oksigen.

- Tabung Botol



Gambar 3.4 Tabung Botol Oksigen

Terdapat tempat sendiri untuk pengisian tabung botol oksigen yang dinamakan tempat (*Filling Oxygen*). Ditempat *Filling Oxygen* terdapat penampungan tangki oksigen yang dapat menampung liquid oksigen sebanyak 7.800m^3 , tabung yang tersedia untuk dijual mempunyai banyak variasi ukuran yaitu yang berisikan gas oksigen sebanyak 1m^3 , $1,5\text{m}^3$, 2m^3 , 6m^3 , 7m^3 dan 10m^3 , dalam pengisian tidak dilakukan satu satu secara manual tetapi menggunakan rak pengisian yang bisa menampung hingga 30 tabung botol yang dialirkan gas dengan tekanan 150 bar.

- *Oxypure*



Gambar 3.5 Tabung botol *Oxypure*

Oxypure merupakan variasi produk turunan dari liquid oksigen yang ada di PT Samator Gas Industri, pada dasarnya *oxypure* dengan tabung botol biasa tidak memiliki perbedaan secara isi, sama sama diisi dengan gas yang sama dan sumber yang sama, namun yang membedakan adalah perlakuan khusus yang dilakukan terhadap tabung botol *oxypure*, tabung botol *oxypure* dibedakan dengan yang biasa, terdapat desain yang menarik pada tabung botolnya yang ditujukan agar memiliki kesan *high quality*, Karena produk *oxypure* diperlukan perlakuan khusus yaitu sebelum pengisian tabung botol *oxypure* perlu dilihat dalamnya menggunakan lampu apakah ada kotoran yang mengganggu lalu dilakukan vacuum terhadap tabung botol supaya benar benar steril dari kotoran apapun baru dilakukan pengisian, produk *oxypure* juga memiliki sertifikat untuk menandakan bahwa memang produk *oxypure* layak masuk golongan *high quality*.

- Tabung PGS



Gambar 3.6 Tabung PGS

Tabung PGS (Tabung *Stainless*) merupakan salah satu variasi dari produk turunan liquid oksigen, perbedaan tabung PGS dengan tabung botol biasa dan *oxypure* yaitu isi didalam tabungnya dan kapasitasnya, jika tabung botol biasa dan *oxypure* berisi gas ditabung PGS ini berisikan liquid namun pada saat penggunaannya nanti tetap berupa gas, sehingga didalam tabung PGS ini terdapat isolator untuk menahan perpindahan panas sehingga *temperature* didalamnya tetap dingin. Tabung PGS dipergunakan untuk kebutuhan besar karena dapat menampung liquid oksigen sebanyak 140m^3 .

- *Oxycan*



Gambar 3.7 Kemasan *Oxycan*

Oxycan merupakan salah satu produk turunan dari oksigen cair yang di produksi unit ASP (*Air Separation Plant*) PT Samator Gas Industri. Proses produksi *oxycan* terpisah dengan unit ASP (*Air Separation Plant*), langkah awal proses produksi *oxycan* yaitu proses *purging*, yaitu proses pembersihan botol dengan gas nitrogen dengan tekanan 85 psi, setelah dibersihkan di bawa ke mesin *ink jet* untuk penulisan harga dan waktu *expired* lalu di alirkan *conveyor* menuju mesin crimper untuk memasang katup, setelah dipasang katup dilakukan pengisian oksigen dengan mesin *filling*, botol yang telah diisi oksigen akan di cek tekanan yang ada untuk memastikan isi nya, standar untuk melewati *quality control* tekanan oksigen dalam satu botol yaitu sebesar 10 bar. *Oxycan* menggunakan Standar Cara Pembuatan Obat yang Benar (CPOB) tahun 2012. Serangkaian tes yang dilakukan dalam proses produksi *Oxycan* adalah:

2.3.1 Tes kadar oksigen

Tes kadar oksigen dilakukan menggunakan *Oxygen Analyzer* pada saat pengisian tabung.

2.3.2 Tes tekanan di dalam tabung

Tes tekanan di dalam tabung menggunakan *Pressure Indicator* pada saat pengisian tabung. (Tekanan: 10 sampai 12 bar).

2.3.3 Tes kebocoran tabung

Tes kebocoran tabung dilakukan secara visual pada saat pengemasan.

3.7 Manajemen Kualitas

PT Samator Gas Industri menghasilkan produk oksigen wujud cair dan *oxygan*. Klasifikasi produk PT Samator Gas Industri dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3.11 Klasifikasi Produk PT Samator Gas Industri

Produk	Grade	Kemurnian
<i>Oxygen</i>	<i>Welding Grade (WG)</i>	$\geq 99,1\%$
	<i>Medical Grade</i>	$\geq 99,5\%$
<i>Oxygan</i>	<i>Medical Grade</i>	$\geq 95\%$

Pada unit ASP (*Air Separation Plant*) salah satu produksinya berupa oksigen cair. Pengendalian kualitas produk pada unit ASP (*Air Separation Plant*) dilakukan dengan menggunakan tes kemurnian produk dan kalibrasi peralatan.

3.7.1 Tes kemurnian Produk

Tes kemurnian produk ASP (*Air Separation Plant*) dilakukan oleh bagian *Quality Control (QC)* penyimpanan produk di tangki penyimpanan yang dilakukan setiap pagi hari sampai pada saat pengisian/transfer produk ke tempat pengemasan dan

sebelum pengiriman produk ke konsumen.

Tes kemurnian produk di dalam ASP (*Air Separation Plant*) dilakukan secara *online* menggunakan beberapa alat analisis yaitu:

1. *Servomex . Analyzer*

Alat ini digunakan untuk menganalisis persentase kandungan oksigen (% .) pada *waste gas*.

2. *Servomex . Analyzer*

Alat yang digunakan untuk menganalisis kadar karbon dioksida (ppm CO.) pada *Raw Air*.

3. *Teledyn Trace . Analyzer*

Alat ini digunakan untuk menganalisis kadar oksigen dalam produk nitrogen cair, gas nitrogen dan produk argon cair.

4. *Teledyn % . Analyzer*

Alat ini digunakan untuk menganalisis persentase kandungan oksigen dalam *Raw argon*.

5. *Shimadzu MAG-2 (Magnetic Oxygen Analyzer)*

Alat ini digunakan untuk menganalisis kadar oksigen dalam oksigen cair.

Analisis terhadap produk saat pengisian dan sebelum pengiriman dilakukan menggunakan alat analisis *portable*. Alat - alat digunakan untuk menganalisis tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Teledin Trace . Analyzer*

Alat ini digunakan untuk mengetahui kadar oksigen dalam

nitrogen cair dan argon cair.

2. *Michell Dew Point Meter Analyzer*

Alat ini digunakan untuk menentukan kadar air dalam gas dengan cara mengukur titik embun air.

3. *Servomex 5200 Oxygen Analyzer*

Alat ini digunakan untuk mengetahui persentase kandungan oksigen (% .) dalam oksigen cair.

4. Kalibrasi Peralatan

Alat - alat yang digunakan dalam produksi di unit ASP (*Air Separation Plant*) dikalibrasi dalam jangka waktu tertentu secara periodik untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Waktu dan penanggung jawab proses kalibrasi peralatan di ASP (*Air Separation Plant*) disajikan pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.12 Kalibrasi Alat di Unit *Air Seperation Plant (ASP)*

No.	Nama Alat	Periodisasi Kalibrasi	Penanggung Jawab
1	<i>Oxygen Analyzer</i>	1 Bulan	<i>Quality Control</i>
2	<i>Carbon Dioxide Analyzer</i>	1 Bulan	<i>Quality Control</i>
3	<i>Flow Meter</i>	1 Bulan	<i>Quality Control</i>
4	<i>Pressure Gauge</i>	6 Bulan	<i>Quality Control</i>

3.8 Manajemen Limbah

Selain menghasilkan produk berupa Oksigen, Nitrogen, Argon, di unit ASP (*Air Separation Plant*) PT Samator Gas Industri juga menghasilkan gas buangan (*waste gas*). *Waste gas* merupakan campuran dari berbagai macam gas (Oksigen, Nitrogen, Argon,

dan berbagai macam gas inert) yang dihasilkan dari bagian atas dari kolom atas rektifikasi, *Condensor Pure Argon Column*, dan hasil dari proses regenerasi Argon Dryer. Waste gas yang dihasilkan bagian atas dari kolom atas rektifikasi digunakan untuk mendinginkan udara yang masuk ke *Main Heat Exchanger* dan meregenerasi MS Adsorber (proses healing). Setelah digunakan untuk meregenerasi, *waste gas* akan dibuang ke atmosfer melalui silencer yang dilengkapi dengan peredam, karena tekanan *waste gas* cukup tinggi sehingga suara *waste gas* yang keluar dari silencer tidak terlalu nyaring. *Waste gas* yang dibuang tidak berbahaya karena *waste gas* adalah gas buangan dari proses pemisahan udara. Pada saat start up, unit ASP (*Air Separation Plant*) memproduksi produk cair yang kemurniannya tidak memenuhi standar mutu produk yang ditetapkan, sehingga produk cair yang dihasilkan akan dibuang dengan cara dimasukkan ke dalam tangki *liquified gas drainage tank* untuk diubah ke fase gas. Selanjutnya, gas hasil dari penguapan produk cair dibuang ke lingkungan.